

Perancangan Antena Mikrostrip *Crown Patch* Dengan Slot Lingkaran Untuk Aplikasi Cctv New 3000 Microwave Image Transmission System Dengan Frekuensi Kerja 2,4 GHz

Feby Setyaji Saputro, Dwi Fadilla K., ST.,MT, Rudy Yuwono, ST.,MSc
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail : Febysaputro@gmail.com

Abstrak – Penggunaan antena pada sistem CCTV merupakan suatu perkembangan teknologi telekomunikasi yang menjadi elemen penting dalam aplikasi CCTV. Penelitian ini membahas tentang perancangan antena mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran untuk sistem *closed circuit television* (CCTV) pada frekuensi 2,4 GHz. Antena mikrostrip *crown patch* yang dirancang dengan slot lingkaran menggunakan *feed line* sebagai metode pencatuannya. Dimensi antena mikrostrip diperoleh melalui perhitungan dan optimasi serta dilakukan simulasi dengan software CST Studio versi 11. Fabrikasi pada antena mikrostrip menggunakan bahan FR4 dengan konstanta dielektrik (ϵ_r)= 3,9. Hasil pengukuran antena mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran dan penambahan pada *ground plane* menunjukkan frekuensi kerja antena pada frekuensi 2400-2700 MHz dengan total bandwidth sebesar 300 MHz dan bandwidth fraksional sebesar 0.117. Nilai gain pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 3.6 dBi. Memiliki polarisasi elips dengan jenis polarisasi omnidirectional

Kata Kunci: Antena, CCTV, *Crown Patch*, Slot Lingkaran

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia teknologi menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan, di era modernisasi ini. Teknologi telekomunikasi merupakan salah satunya, kebutuhan akan penerimaan dan pengiriman data dengan kecepatan data yang tinggi serta kemudahan dalam mendapatkan akses. Salah satu aplikasinya yang saat ini dalam pengembangan adalah sistem *Closed Circuit Television* (CCTV). CCTV merupakan suatu sistem pengamanan dan pengawasan yang menerima data baik berupa *audio* maupun *video* yang dikirimkan dari sisi *transmitter* menuju *receiver* dimana monitor digunakan sebagai display tampilan data yang telah diterima berupa gambar (visual) dan data *audio* melalui *speaker*.

Antena merupakan salah satu komponen yang penting dalam sistem CCTV yang berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal informasi yang dipancarkan sebuah antena melalui gelombang radio. Dengan kata lain, antena berfungsi sebagai transduser yang mengubah energi listrik menjadi gelombang elektromagnetik ataupun sebaliknya. Dengan menggunakan antena mikrostrip yang di aplikasikan pada sistem CCTV dapat memperluas jangkauan dengan

pemasangan antena Tx dan Rx secara *Line of Sight* (LoS) sehingga dapat mempermudah petugas keamanan dalam melakukan pengawasan suatu wilayah. Selain itu juga dari segi biaya penggunaan antena terhitung lebih murah dibandingkan jika harus menggunakan kabel tembaga,

Performansi antena yang baik menunjang kualitas sinyal yang akan dikirimkan. Pada sistem CCTV ini, diperlukan sebuah antena yang relatif kecil, fleksibel dan mudah untuk mendapatkan performansi yang baik. Salah satu antena yang cocok untuk diterapkan dalam Sistem CCTV adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip yang diterapkan pada penulisan ini adalah antena mikrostrip *single patch* dengan dimensi elemen peradiasi berbentuk *crown patch* dengan slot lingkaran pada *ground plane* untuk untuk mendapatkan performansi antena yang bekerja dengan frekuensi kerja yang direncanakan beroperasi pada frekuensi gelombang mikro yaitu 2,4 GHz. Analisis dengan program simulator antena yaitu *CST Microwave Studio* versi 11 akan dilakukan sebelum melakukan fabrikasi dan pengukuran kinerja antena. Perancangan dan pembuatan antena mikrostrip dengan slot lingkaran ini menggunakan substrat FR4.

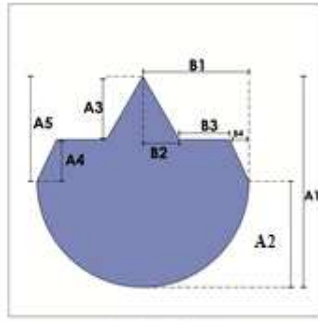
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antena yang terdiri dari *patch* logam (konduktor) yang diletakkan pada bidang tanah (*ground plane*) yang terdapat substrat dielektrik diantaranya [1].

2.2 Perencanaan Dimensi Antena

Dalam penelitian ini, *patch* yang digunakan merupakan pengembangan dari antena sebelumnya yaitu antena planar berbentuk mahkota [4]. dengan memiliki bentuk sebagai berikut :



Gambar 1. Bentuk antenna (Sumber : Perancangan)

dimana radius slot lingkaran didapatkan melalui persamaan [1]:

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}} \quad (1)$$

- a = dimensi radius slot lingkaran (cm)
- h = ketebalan substrat (m)
- ϵ_r = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)
- F = fungsi logaritmik (F) dari elemen peradiasi

Sedangkan fungsi logaritmik (F) dari elemen peradiasi ditentukan dengan persamaan

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

- F = fungsi logaritmik (F) dari elemen peradiasi
- f_r = frekuensi kerja pada antenna (Hz)
- ϵ_r = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)

Dimensi minimum *ground plane* yang dibutuhkan oleh antenna mikrostrip diberikan melalui persamaan [6]:

$$L_g = 6h + 2R \quad (3)$$

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} R \quad (4)$$

- h = ketebalan substrat (mm)
- R = jari-jari *Crown patch* (mm)
- L_g = panjang minimum *ground plane* (mm)
- W_g = lebar minimum *ground plane* (mm)

Bentuk desain yang melengkapi antenna mikrostrip berupa saluran transmisi, saluran penyesuaian impedansi, jarak antar elemen peradiasi, panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip mengacu pada sumber [1][2].

Spesifikasi substrat dan bahan konduktor yang digunakan dalam perancangan antenna mikrostrip adalah sebagai berikut :

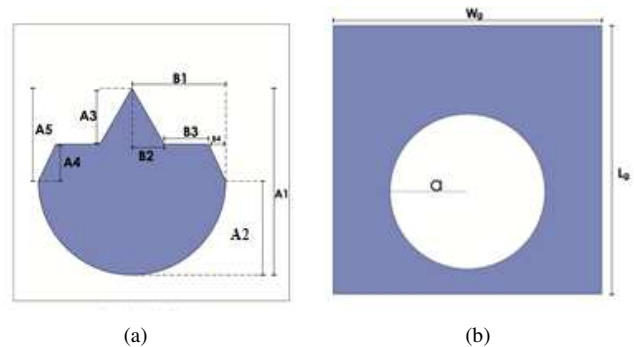
- Bahan dielektrik : FR – 4
 - Konstanta dielektrik (ϵ_r) = 3,9
 - Ketebalan dielektrik (h) = 1,8 mm
 - Loss tangent ($\tan \delta$) = 0,018
- Bahan pelapis substrat (konduktor) tembaga:
 - Ketebalan bahan konduktor (t) = 0,0001 m
 - Konduktivitas tembaga (σ) = $5,80 \times 10^7$ mho m^{-1}
 - Impedansi karakteristik saluran = 50 Ω

2.3 Perancangan Dimensi Elemen Peradiasi

Untuk menentukan dimensi elemen peradiasi maka

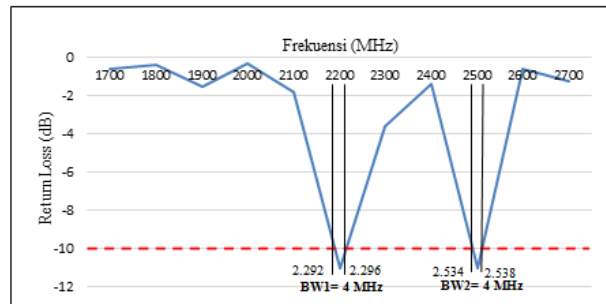
terlebih dahulu frekuensi kerja yang direncanakan beroperasi pada frekuensi gelombang mikro yaitu 2,4 GHz, setelah membuat patch sesuai dengan ukuran referensi (gambar 1.) kemudian dihitung besarnya radius (a) slot lingkaran antenna mikrostrip dengan persamaan (1) dan (2) beserta spesifikasi bahan mikrostrip diperoleh ; untuk $f_r = 2,4$ GHz; nilai fungsi logaritmik $F = 1,7267$ dan radius slot lingkaran = 17,26 mm. Lebar saluran transmisi mikrostrip (W) untuk impedansi 50 Ω yaitu 3,35 mm, panjang (L_t) saluran transformer adalah $0,25 \lambda_d$, dimana nilai λ_d Untuk frekuensi 2,4 GHz adalah 0,0589 m dan $L = 0,25 \lambda_d = 15,8$ mm. Dimensi panjang minimal *ground plane* (L_g) = 31,6 mm dan lebar minimum *ground plane* (W_g) = 26,8 mm.

Untuk meningkatkan performansi dan *bandwidth* antenna maka dalam perancangan antenna mikrostrip ini ditambahkan slot lingkaran pada *ground plane*.



Gambar 2. Bentuk Geometri Antena Mikrostrip *Crown patch* dengan slot lingkaran (sebelum Optimasi)
(a) tampak depan (b) tampak belakang
Sumber: Perencanaan

Setelah disimulasi, antenna mikrostrip menunjukkan hasil sebagai berikut



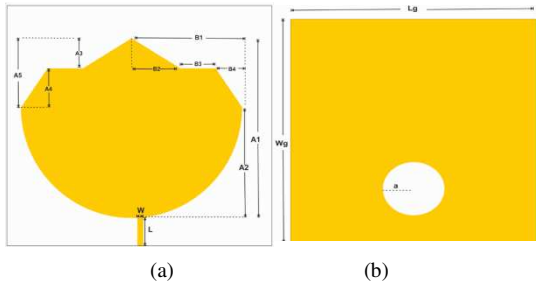
Grafik 1. Grafik RL terhadap frekuensi (sebelum dioptimasi)

Hasil simulasi *return loss* antenna mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran terhadap frekuensi antenna, menunjukkan bahwa antenna belum memenuhi parameter antenna yang direncanakan karena nilai *return loss* ≤ -10 dB pada frekuensi 2400 MHz dengan tidak memiliki *bandwidth*.

2.4 Optimasi antenna mikrostrip

Hasil simulasi pada grafik 1, menunjukkan rentang frekuensi yang berada pada *Return Loss* ≤ -10 dB terdapat pada frekuensi 2292 – 2296 dan 2534 - 2538 MHz.. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada frekuensi 2,4 GHz

antena tidak memiliki karakteristik yang di inginkan, sehingga masih perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Optimasi dilakukan dengan mengubah-ubah dimensi *patch*, panjang saluran transmisi, jari-jari slot lingkaran dan *ground plane*. Hasil akhir geometri dan dimensi elemen peradiasi, saluran transmisi, slot lingkaran setelah optimasi ditunjukkan pada gambar dan tabel berikut ini.



Gambar 3. Bentuk Geometri Antena Mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran (setelah Optimasi)
(a) tampak depan (b) tampak belakang
Sumber: Perencanaan

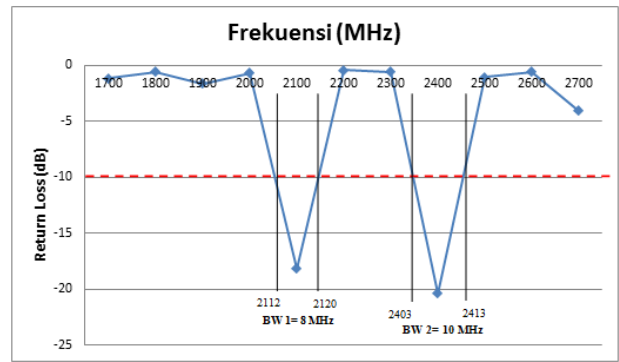
Tabel 1
Tabel Dimensi Antena Setelah Optimasi

Variabel	Dimensi (mm)
A1	98.9
A2	62.5
A3	18.0
A4	23.5
A5	41.7
B1	58.9
B2	21.4
B3	21.4
B4	16.0
a	16.249
Wg	130
Lg	135.8
W	3.35
L	15.8

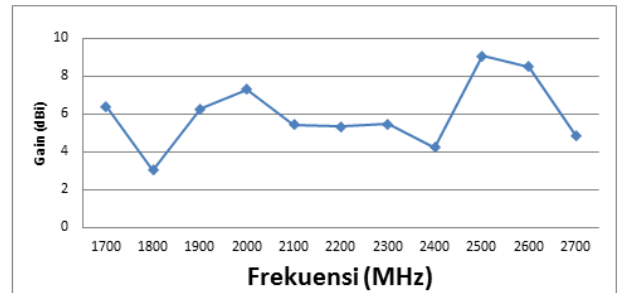
Sumber: perancangan

Hasil simulasi antena *crown patch* dengan slot lingkaran yang telah di optimasi.

Rentang frekuensi hasil simulasi antena yang telah di optimasi dalam grafik 2, menunjukkan rentang frekuensi yang berada pada *Return Loss* ≤ -10 dB terdapat pada frekuensi pada rentang frekuensi 2112 – 2120 dan 2403 – 2413 MHz.



Grafik 2. Nilai *Return Loss* terhadap frekuensi pada antena (setelah dioptimasi)



Grafik 3. Nilai *gain* terhadap frekuensi pada antena (setelah optimasi)

Nilai *gain* antena yang telah dioptimasi dalam grafik 3, menunjukkan bahwa gain antena pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 4.239 dBi

2.5 Perbandingan hasil simulasi antena mikrostrip *crown patch* tanpa slot lingkaran, dengan slot lingkaran

Berikut ini adalah tabel perbandingan performansi parameter antena pada simulasi antena mikrostrip tanpa slot lingkaran, dengan slot lingkaran serta yang telah dioptimasi.

Tabel 2
Tabel Perbandingan parameter antena mikrostrip *Crown patch*

Antena mikro-strip <i>Crown patch</i>	Total Band-width (MHz)	Total Band-width fraksional	Gain pada frekuensi 2,4 GHz (dBi)	Polarisasi	Polarisasi radiasi
Tanpa slot	0	0	8	elips	<i>omnidirectional</i>
Dengan slot lingkaran	18	0,81	4.23	elips	<i>omnidirectional</i>

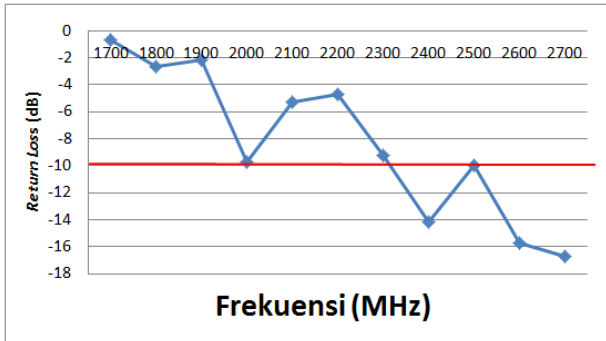
Sumber: hasil simulasi

Berdasarkan tabel 5, terlihat bahwa antena mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran menyebabkan peningkatan *bandwidth* menjadi 18 MHz dan *bandwidth* fraksional antena menjadi 0,81 dengan nilai gain pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 4,239 dBi.

III. ANALISIS HASIL PENGUJIAN

3.1 Pengujian Parameter Antena Mikrostrip *Crown Patch* dengan Slot lingkaran

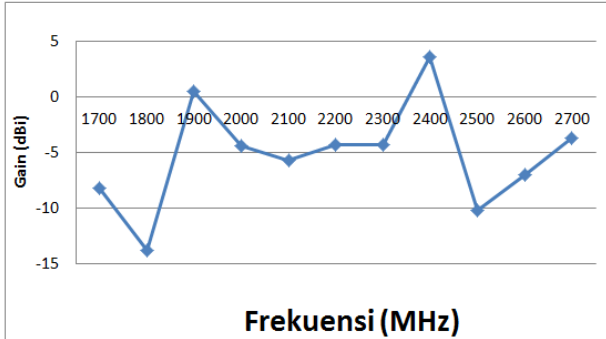
Berdasarkan hasil pengukuran, antena mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran memiliki *bandwidth* sebesar 300 MHz.



Grafik 4. Nilai *Return Loss* terhadap frekuensi
Sumber: Hasil pengujian

Dalam grafik 4, terlihat bahwa rentang frekuensi dengan nilai *return loss* ≤ -10 dB terdapat pada rentang frekuensi 2400 – 2700 MHz dengan *bandwidth* fraksionalnya sebesar 0,117.

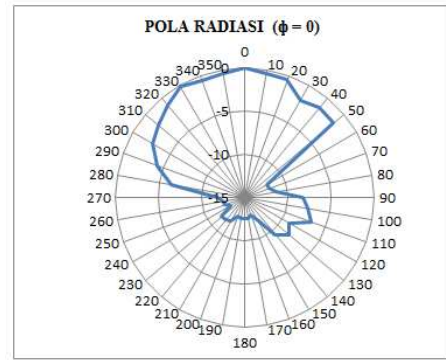
Hasil pengujian *gain* antena mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran dengan rentang frekuensi 1700 – 2700 MHz ditunjukkan dalam grafik 5.



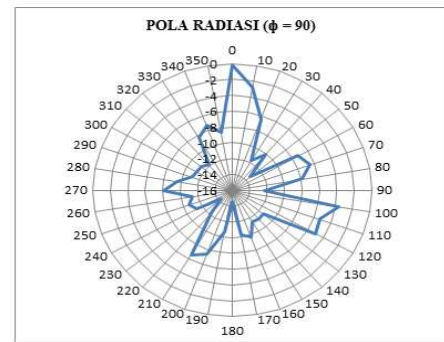
Grafik 5. Nilai *gain* terhadap frekuensi.
Sumber: Hasil pengujian

Hasil pengukuran *gain* dalam menunjukkan antena memiliki nilai *gain* dengan *gain* pada frekuensi 2400 MHz sebesar 2,35 dBi

Pola radiasi yang yang diuji yaitu pola radiasi horizontal dengan $\phi = 0^\circ$ dan $\phi = 90^\circ$ dapat dilihat dalam gambar berikut ini.



Gambar 4. Diagram Polar Pola Radiasi $\phi = 0^\circ$ Antena Hasil Pengujian.
Sumber: Pengujian



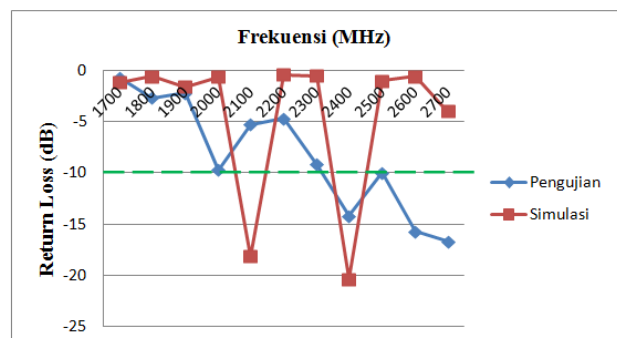
Gambar 5. Diagram Polar Pola Radiasi $\phi = 90^\circ$ Antena Hasil Pengujian
Sumber: Pengujian

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian, dapat digambarkan bentuk pola radiasi antena hasil perancangan dalam bentuk diagram polar. Gambar di atas merupakan diagram polar pola radiasi antena uji pada frekuensi 2400 MHz. Berdasarkan bentuk pola radiasi yang terlukis dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antena hasil pengujian adalah *omnidirectional*. Hal ini berarti bahwa antena memiliki intensitas radiasi maksimum lebih dari dua arah.

Jenis polarisasi hasil simulasi dapat dilihat dari nilai *axial ratio* (AR) antena pada frekuensi 2400 MHz yaitu 22,8 dB yang berarti antena memiliki jenis polarisasi elips karena nilai *axial ratio* berada pada rentang $0 \leq AR \leq \infty$ dB.

3.2 Analisis Perbandingan Parameter Antena Hasil Simulasi dan Hasil Pengujian

Berikut ini adalah grafik perbandingan nilai *return loss* hasil simulasi dan pengujian

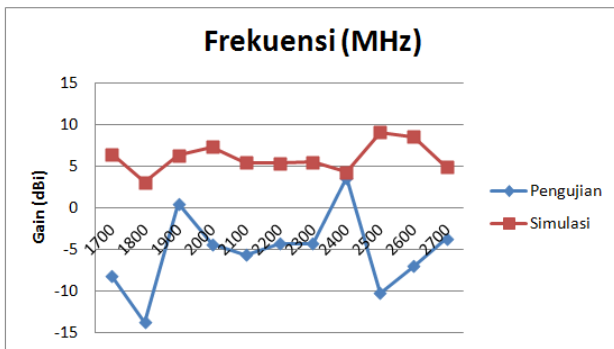


Grafik 6. Grafik *Return Loss* Antena Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

Grafik di atas menunjukkan perbandingan antara *return loss* hasil simulasi dan pengukuran. Terdapat perbedaan nilai *return loss* yang diperoleh dari hasil simulasi dan pengukuran. Meskipun begitu, hasil simulasi dan pengukuran menunjukkan rentang frekuensi 2400 – 2700 MHz berada pada *return loss* ≤ -10 dB sehingga dapat dikatakan bahwa antenna dapat bekerja dengan baik pada rentang frekuensi tersebut.

Dengan demikian, antenna mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran dan penambahan terbukti dapat bekerja pada frekuensi yang direncanakan dan telah memenuhi syarat.

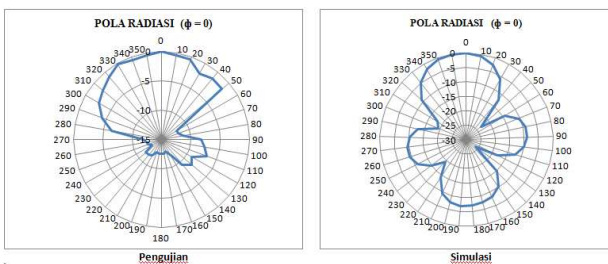


Grafik 7. Grafik Gain Antena Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

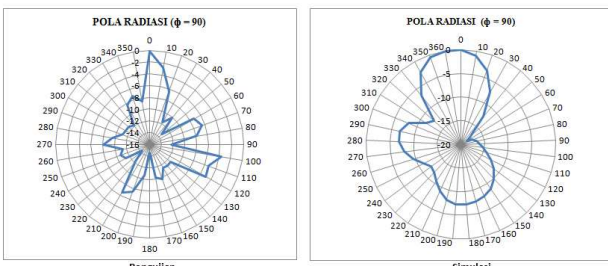
Nilai *gain* hasil pengukuran dan simulasi menunjukkan perbedaan. Nilai *gain* hasil pengukuran memiliki *gain* pada frekuensi 2400 MHz sebesar 2,35 dBi dengan pengukuran *gain* menggunakan antenna referensi yaitu antenna *dipole* $\lambda/2$ dengan nilai *gain* standar 2,15 dBi.

Berikut ini adalah perbandingan pola radiasi antenna hasil simulasi dan pengujian



Gambar 6. Perbandingan Pola Radiasi $\phi = 0^\circ$ Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber : Simulasi dan Pengujian



Gambar 7. Perbandingan Pola Radiasi $\phi = 90^\circ$ Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber : Simulasi dan Pengujian

Diagram polar di atas menunjukkan bahwa bentuk pola radiasi antenna hasil simulasi dan pola radiasi tidak sama persis, pola radiasi pada simulasi, menunjukkan antenna memiliki pola radiasi *omnidirectional*, sedangkan pada pengujian antenna memiliki pola radiasi *bidirectional*.

Berdasarkan data hasil pengukuran polarisasi yang dikonversi ke bentuk diagram polar, dapat diketahui bentuk polarisasi antenna yang diuji. Diagram polar hasil pengujian menunjukkan bahwa antenna memiliki polarisasi elips. Sedangkan hasil simulasi antenna menunjukkan pada frekuensi 2400 MHz, diperoleh nilai *axial ratio* hasil simulasi sebesar 22,8 dB yang menandakan bahwa polarisasi antenna hasil simulasi berbentuk elips. Berdasarkan hasil simulasi dan pengujian diperoleh bahwa antenna memiliki polarisasi elips dengan nilai *axial ratio* yang berada pada rentang $0 \leq AR \leq \infty$ dB.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, pengukuran, serta analisis parameter-parameter antenna mikrostrip *Crown patch* dengan slot lingkaran, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Antenna mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran memiliki dimensi sebagai berikut :

Variabel	Dimensi (mm)
A1	13.25
A2	62.5
A3	14
A4	5.7
A5	7.4
B1	9
B2	5.5
B3	5.5
B4	5
a	16.249
Wg	130
Lg	135.8
W	3.35
L	15.8

2. Antenna mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran menunjukkan performansi antenna dengan frekuensi kerja pada 2400 – 2700 MHz dengan *bandwidth* sebesar 300 MHz dan *bandwidth* fraksional sebesar 0,117. Nilai *gain* pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 2,35 dBi dengan pola radiasi *omnidirectional* dan polarisasi elips..
3. Variasi dimensi dan letak stub pada antenna mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran menunjukkan bahwa variasi dimensi *patch* dan letak saluran transmisi berpengaruh terhadap *bandwidth*, *gain* dan jenis pola radiasi antenna tetapi tidak memiliki pengaruh terhadap polarisasi yang dihasilkan antenna.
4. Berdasarkan hasil analisis dari simulasi dan pengujian, antenna mikrostrip *crown patch* dengan

slot lingkaran telah memenuhi frekuensi kerja yang diinginkan yaitu 2400 MHz.

4.2 Saran

1. Dapat dilakukan optimasi lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan sesuai dengan aplikasi yang diinginkan.
2. Karena keterbatasan alat, pengukuran hanya dapat dilakukan hingga frekuensi maksimal 2700 MHz. Oleh karena itu, dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melakukan pengukuran antena mikrostrip *crown patch* dengan slot lingkaran pada frekuensi yang lebih tinggi sehingga dapat diketahui frekuensi kerja antena yang lebih akurat.
3. Melakukan pengujian pada ruangan khusus *anechoic chamber* agar mendapatkan hasil pengujian yang maksimal..

DAFTAR REFERENSI

- [1] Balanis, Constantine A. 1982. *Antena Theory: Analysis and Design, 2nd Edition*. John Wiley and Sons, Inc,
- [2] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*. New York : McGraw-Hill International
- [3] *New3000 Microwave Image Transmission System. 2010. Manual Book* Bada Shenzhen Co, Ltd
- [4] Yuwono, Rudy. 2010. *Mahkota (Crown Antenna) Perencanaan dan Pembuatan Antena UWB (Ultra Wide Band)*. Jurnal EECIS Vol. I, No.1 Juni 2010
- [5] Vokalis, John L. 2007. *Antenna Engineering Handbook, 4th edition*. New York : Mc Graw Hill
- [6] Nakar, Punit S. 2004. *Design of a Compact Microstrip Patch Antena for use in Nirkabel/Cellular Devices*. Thesis, The Florida State University.
- [7] Hund, Edgar. 1898. *Microwave Communications*. New York : McGraw Hill
- [8] Ronald, Joseph. 2011. *Studies on Crown Polarized Broadband Slot Antenna*. Thesis. Kumamoto University,
- [9] J. Liang, L.Guo, C.C.Chiau, X. Chen and C.G.Parini, "Study of CPW-Fed circular disc monopole antenna", *IEE Proceedings Microwaves, Antennas & Propagation*, vol. 152, no. 6, December 2005, pp. 520-526.